



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS NACIONALES Y SERVICIOS
AMBIENTALES
PIENSA**

**ESPECIALIDAD EN MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO
CLIMÁTICO APLICADO A LA INFRAESTRUCTURA VIAL**

**Medidas de Mitigación y Adaptación ante los deslizamientos en el Poblado El
Carmen del Proyecto vial “Mejoramiento de Carretera Tramo El Jícaro –
Murra 17.61 km (Nueva Segovia)”**

Proyecto de Graduación para optar al Título de Especialidad en
Mitigación y Adaptación al Cambio Climático aplicado a la
Infraestructura Vial

Autores

**KATHERIN DE LOS ÁNGELES GÓMEZ REYES
ROBERTO JOSÉ RODRIGUEZ MUÑOZ
JUAN JOSÉ RUIZ LÓPEZ**

Tutor:

DRA. JULIANA JIMÉNEZ PADILLA

Enero de 2018

Managua, Nicaragua

Dedicatoria

Esta tesis se la dedicamos con todo cariño a nuestros padres, por sus sacrificios y esfuerzos por guiarnos en el camino correcto para nuestro futuro y por creer en nuestra capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándonos su comprensión, cariño y amor.

A nuestra familia por ser los pilares que nos motivan a desarrollar confianza, respeto y comunicación; porque nos brindan su apoyo incondicional y consejos en todos momentos. Sin la ayuda de ellos no sería posible haber logrado esta victoria.

A nuestros compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas, a nuestros tutores durante todo este periodo de aprendizaje estuvieron a nuestro lado apoyándonos y lograron que este sueño se haga realidad.

Agradecimientos

Primeramente, agradecer a Dios nuestro señor, por darnos la sabiduría, fuerzas y entendimiento necesario para lograr culminar esta meta.

A nuestros padres los que nos han dado su amor incondicional, su entrega en todo momento y comprensión sin límite, porque han sido un regalo de Dios en nuestras vidas. Por sus palabras las cuales nos han hecho ser las personas que somos.

A nuestra familia por su amor, paciencia y sabiduría en todo momento, que han estado con nosotros en este camino, sacrificando el tiempo, sueños y momentos en familia; especialmente por brindarnos la compañía durante todas nuestras vidas.

A nuestra tutora Dra. Juliana Jiménez Padilla, y Asesor M.s.c. Benjamín Rosales, por habernos dado su apoyo, consejo e impulsar a realizar nuestro mayor esfuerzo por finalizar este proyecto.

Tabla de contenido

La carta de aprobación por parte de Coordinación de Especialidad. .. ¡Error! Marcador no definido.

Carta de aprobación por parte del Tutor. ¡Error! Marcador no definido.

Dedicatoria II

Agradecimientos III

CAPITULO I 1

1. Resumen..... 1

2. Introducción 1

3. Objetivos 3

3.1. Objetivo General 3

3.2. Objetivo Específicos 3

4. Marco Teórico 3

5. Diseño Metodológico 7

5.1. Descripción del Sitio 7

5.2. Descripción del Entorno Ambiental 7

5.3. Evaluación de Riesgo 8

5.4. Propuesta de Medidas de mitigación y adaptación 8

5.5. Cuadro de Certitud Metódica..... 11

CAPITULO II 13

6. Descripción General del Proyecto..... 13

6.1. Localización 13

6.2. Objetivos del proyecto 13

6.3. Justificación 14

6.4. Alternativas de diseño..... 14

6.5. Síntesis del Capítulo 15

CAPITULO III 16

7. Línea de Base Ambiental 16

7.1. Área de influencia del proyecto 16

7.1.1. Área de influencia directa. 17

7.1.2. Área de influencia indirecta. 17

7.2. Estado actual de los componentes ambientales..... 18

7.3. Síntesis del Capítulo 31

CAPITULO IV 32

8.	Evaluación de riesgo	32
8.1.	Evaluación de emplazamiento del proyecto vial.....	32
8.1.1.	Evaluación del Componente Bioclimático	32
8.1.2.	Evaluación del Componente Geología	33
8.1.3.	Evaluación del Componente Ecosistema	33
8.1.4.	Evaluación del Componente Medio Construido	34
8.1.5.	Evaluación del Componente de Interacción (Contaminación).....	35
8.1.6.	Evaluación del Componente Institucional/Social.....	36
8.1.7.	Resumen de la Evaluación del emplazamiento del proyecto vial	36
8.2.	Evaluación de Vulnerabilidad del proyecto vial	37
8.2.1.	Evaluación de la Vulnerabilidad del Componente de Materiales de Construcción ..	37
8.2.2.	Evaluación de la Vulnerabilidad del Componente de Diseño	40
8.2.4.	Evaluación de la vulnerabilidad del Componente de Tecnología de la Construcción	41
8.2.5.	Evaluación de la Vulnerabilidad Promedio en función de los componentes	42
8.3.	Balance de Riesgo.....	42
8.4.	Determinación del punto critico	44
8.5.	Síntesis del Capítulo	46
CAPITULO V		47
9.	Estabilización de taludes y laderas.....	47
9.1.	Criterios para la estabilización	47
9.1.1.	Soluciones de tipo Estructural.....	48
9.1.2.	Soluciones de tipo Bioingeniería	50
9.2.	Medidas Propuestas.....	51
9.3.	Plan de Monitoreo de las Medidas	55
9.4.	Síntesis del Capítulo	56
CAPÍTULO VI		57
6.	Aspectos Finales	57
6.1.	Conclusiones.....	57
6.2.	Recomendaciones	58
BIBLIOGRAFÍA.....		59

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Muro de Concreto lanzado.....	5
Ilustración 2 Taludes con protección de mallas	5
Ilustración 3 Ejemplo de muro de gaviones	6
Ilustración 4 Protección de taludes con geotextiles	6
Ilustración 5 Antes y después del uso de vegetación en taludes.....	7
Ilustración 6 Localización del Proyecto	13
Ilustración 7 Mapa el área de influencia directa e indirecta del Proyecto de Mejoramiento del tramo El Jícaro – Murra.....	16
Ilustración 8 Talud de estudio del proyecto.....	44
Ilustración 9 Detalle típico de subdren	53

CAPITULO I

1. Resumen

Los resultados obtenidos en esta investigación consisten en proponer medidas de mitigación y adaptación en el punto crítico en estudio que se localiza en el Poblado de El Carmen, tomando en consideración los estudios de factibilidad y los efectos del cambio climático proyectados para el país y específicamente para el área que se contempla en el proyecto vial del Tramo Júcaro – Murra.

Así como también se ofrecen recomendaciones para mejorar en los estudios, y se ofrecen algunas reflexiones sobre las medidas propuestas en los taludes, todo esto en virtud de poder proponer y elaborar la medida ingenieril pertinente y adecuada para la mitigación de la problemática existente.

Con lo anterior, se desglosan los resultados generados:

1. Valoración del diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto.
2. Valoración del proceso de Identificación de los impactos generados por el proyecto: 'Tramo El Júcaro - Murra.
3. Plan de monitoreo de las medidas ambientales propuestas para evitar, mitigar y/o compensar los impactos ambientales negativos que se generan durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.
4. Conclusiones y Recomendaciones.

2. Introducción

Las Naciones Unidas afirman que “el cambio climático es uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo y supone una presión adicional para nuestras sociedades y el medio ambiente. Desde pautas meteorológicas cambiantes, que amenazan la producción de alimentos, hasta el aumento del nivel del mar, que incrementa el riesgo de inundaciones catastróficas, los efectos del cambio climático son de alcance mundial y de una escala sin precedentes. Si no se toman medidas drásticas desde hoy, será más difícil y costoso adaptarse a estos efectos en el futuro.

Los gases de efecto invernadero (GEI) se producen de manera natural y son esenciales para la supervivencia de los seres humanos y de millones de otros seres vivos ya que, al impedir que parte del calor del sol se propague hacia el espacio, hacen la Tierra habitable. Un siglo y medio de industrialización, junto con la tala de

árboles y la utilización de ciertos métodos de cultivo, han incrementado las cantidades de gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera. A medida que la población, las economías y el nivel de vida crecen, también lo hace el nivel acumulado de emisiones de ese tipo de gases.

En las últimas décadas, la temperatura y precipitación se han modificado como consecuencia del cambio climático, las proyecciones indican que los cambios se acentuarán en los próximos años. En años futuros, es muy probable que el cambio climático traerá como consecuencia que los niveles de precipitación y temperatura se modifiquen, al mismo tiempo los fenómenos climáticos extremos aumentarán su frecuencia e intensidad.” (Ordaz, Mora, Acosta, Serna Hidalgo, & Ramírez, 2010).

Adicionalmente indican que el cambio climático representa una seria amenaza para las sociedades centroamericanas por sus múltiples impactos previstos en la población y en los sectores productivos. En términos fiscales constituye un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas de los gobiernos por varias generaciones. Se estima que para 2030 Centroamérica aun producirá menos de 0,5% de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) del planeta, pero al mismo tiempo ya es una de las regiones más vulnerables ante los embates del cambio climático.

Con base en lo anterior, el presente trabajo contempla las obras de mitigación y adaptación necesarias para evitar los deslaves y deslizamientos característicos de la geomorfología de la zona del poblado del Carmen en el tramo El Jícaro – Murra (17.61 km), que corresponde al trayecto entre las municipalidades El Jícaro y Murra pertenecientes al departamento de Nueva Segovia. Actualmente en la totalidad del tramo no se cuenta con una carpeta de rodamiento estable, por lo que es susceptible a los fenómenos meteorológicos que provocan dificultades de tránsito del en el mismo.

Entre las potenciales/posibles afectaciones propensas en el tramo se encuentran los deslizamientos, esto es debido a las altas pendientes que se encuentran en la topografía de la zona, las que, y combinadas con los fenómenos meteorológicos que se presentan frecuentemente en este territorio, crean un alto riesgo para las comunidades locales.

Tomando en cuenta lo anterior en este trabajo se propusieron medidas para reducir y mitigar el riesgo ante el deslizamiento producidos por el efecto del cambio climático.

Para proponer dichas medidas primeramente se realizó un análisis de evaluación de riesgo, luego se identificó el punto de deslizamiento más crítico en base a los estudios de suelo y estudios hidrológicos elaborados por la firma consultora CONDISA, Finalmente se propusieron las medidas de mitigación que se adecuan al punto crítico, que resistan las amenazas relacionadas al cambio climático.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Proponer medidas de mitigación y adaptación ante los deslizamientos debido al efecto del Cambio Climático en el punto crítico-poblado El Carmen del proyecto vial “Mejoramiento de Carretera Tramo El Jícaro – Murra 17.61 km (Nueva Segovia).

3.2. Objetivo Específicos

- Describir la situación actual del proyecto de infraestructura vial.
- Describir el estado actual del Entorno Ambiental en el sector del Carmen del tramo Jícaro - Murra
- Evaluar el Riesgo ante el cambio climático en el punto crítico-poblado El Carmen del proyecto vial.
- Proponer medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático en el punto crítico-poblado El Carmen del proyecto vial, con su correspondiente Programa de Monitoreo.

4. Marco Teórico

La Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, define al Cambio Climático en su artículo 1 párrafo segundo, como un cambio de clima atribuido directo e indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera y que se suma a la variabilidad natural del clima observado.

PhD. Francisco Mendoza (2017) considera que nivel nacional el cambio climático es un fenómeno complejo que representa uno de los grandes retos del siglo XXI atendiendo a sus características, causas y consecuencias globales y asimétricas y que esta indefectiblemente ligado al estilo de desarrollo.

El cambio climático crea escenarios de peligro o riesgo de desastres donde se entiende que la magnitud probable de daño a las personas, sus bienes y ecosistemas, en un territorio específico o en alguno de sus componentes y serán determinados por los factores de amenazas y vulnerabilidad que predisponen a la sociedad a sufrir desastres.

Tomando en consideración la existencia del Cambio Climático y que este mismo crea escenarios de Riesgo, es necesario la implementación de medidas de adaptación y mitigación en lugares que predispongan un escenario de riesgo.

De acuerdo a las Organización de Naciones Unidas (ONU), la adaptación es el ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación implica ajustarse al clima, descartando, el hecho de si es por cambio climático, variabilidad climática o eventos puntuales. Y la mitigación son las políticas, tecnologías y medidas que logren contener las afectaciones que se hayan originados en las zonas de riesgo, y creando medidas de adaptación ante posibles amenazas.

Dentro de las zonas de riesgo o vulnerables son los taludes a lo largo de los 17.61km que existen entre los municipios de El Jícaro y Murra.

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica conceptualiza el termino de talud como cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal adoptando esa posición de formar temporal o permanentemente y con estructura de suelo o de roca.

Los taludes se encuentran propenso los deslizamientos de tierra es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se producen a diario en las capas más superficiales del terreno como consecuencia de fuertes precipitaciones, de ondas sísmicas o factores antropogénicos.

Generalmente los taludes se intervienen con medias de adaptación, en vista que un talud ya afectado por deslizamientos disminuye como zona de riesgo ya que su altura y volumen de maza disminuye.

Los taludes que se logran identificar como zonas de riesgos reciben intervenciones de medidas ingenieriles, ya sea de manera estructural o bio solución.

Las medidas de adaptación estructurales consisten en la elaboración o creación de estructuras con capacidad de resistir los deslizamientos. Dentro de las diferentes medidas tenemos las siguientes:

- Concreto lanzado (shotcrete):

Consiste en recubrir la superficie de los taludes con una capa de concreto simple o “repellado”. La capa usualmente tiene 5cm de espesor mínimo. Para evitar agrietamiento, el concreto se coloca sobre una malla electrosoldada fijada al terreno con tramos cortos de varillas. (Ver Ilustración 1).



Ilustración 1 Muro de Concreto lanzado

- Mallas de acero:

Consiste en cubrir el talud con una malla de acero, debidamente fijada al terreno. La malla no permite que los pequeños derrumbes invadan la superficie de rodamiento de la vía terrestre. (Ver Ilustración 2).



Ilustración 2 Taludes con protección de mallas

- Muros de gaviones:

Son estructuras metálicas compuestas por mallas de alambre galvanizado de triple torsión formando paralelepípedos y rellenas con las piedras más cercanas a las obras. (Ver Ilustración 3).



Ilustración 3 Ejemplo de muro de gaviones

Las medidas de adaptación bio ingenieriles consisten en la implementación de medidas que sean amigables con el ambiente y ayuden a la conservación del medio ambiente y posea la capacidad de resistir los deslizamientos. Dentro de las diferentes medidas tenemos las siguientes:

- Geotextiles:

Son tejidos y mantas biodegradables con aplicaciones en trabajos de recuperación y protección ambiental, control de procesos erosivos y estabilización de taludes y laderas. (Ver Ilustración 4).



Ilustración 4 Protección de taludes con geotextiles

- Vegetación:

Consiste en la colocación de vegetación nativa sobre el talud. Se usan pastos locales, plantas rastreras, arbustos, en ocasiones fijadas con estacas o entramados.

Las raíces de la vegetación forman un entramado que ayudará a la estabilidad de los suelos superficiales del talud ante los agentes erosivos. (Ver Ilustración 5).



Ilustración 5 Antes y después del uso de vegetación en taludes

5. Diseño Metodológico

Para cumplir con los objetivos planteados, esta investigación se fundamentó en cuatro (4) etapas. Para cada etapa se aplicaron una serie de procedimientos e instrumentos, tal como se describe a continuación:

5.1. Descripción del Sitio

Se realizó visita al sitio con el fin de identificar las características actuales del camino (topografía, ancho de rodamiento, pendiente del camino obras de drenaje, puntos de deslizamientos y otros puntos vulnerables). En esta visita se hizo un levantamiento fotográfico con el fin de llevar un registro de los puntos de importancia en el camino.

Se revisó los Estudios del tramo que se tienen para reforzar los aspectos identificados en la visita al sitio y elaborar una descripción adecuada del camino.

5.2. Descripción del Entorno Ambiental

Se realizó nuevamente visita al sitio para identificar el entorno ambiental (Medio Biótico, Medio Abiótico, Medio Socioeconómico), así mismo se hará una revisión de documentación para ampliar la descripción de la línea base, cabe mencionar que también se hará un levantamiento fotográfico del medio o entorno ambiental.

Posteriormente se hizo un análisis y síntesis del Entorno Ambiental.

5.3. Evaluación de Riesgo

Para la Evaluación de riesgo se tendrá que analizar los siguientes aspectos:

- Evaluación De Emplazamiento:

Considera el área donde se emplazará el proyecto, se hizo el llenado de histogramas, los que están compuestos por componentes y a su vez contienen un conjunto de variables, que se valoran en una escala de uno a tres por cada variable, contando con la información acerca de las características físico naturales del área de influencia donde se emplazara el proyecto.

- Evaluación de la Vulnerabilidad:

Se evaluarán 3 aspectos importantes previos a la ejecución del proyecto, los cuales son: Materiales de Construcción, Diseño y Tecnología de la construcción, cada uno está compuesto de variables que a su vez disponen de criterios generales para su consideración y valoración.

- Balance de Riesgo:

Una vez realizado el análisis de emplazamiento y análisis de vulnerabilidad del proyecto el resultado final se sintetiza en el instrumento “histograma de balance de riesgo” que contiene los resultados de las dos evaluaciones: emplazamiento y vulnerabilidad.

El resultado final se realiza a través del promedio de los valores obtenidos en los instrumentos utilizados para el análisis del emplazamiento y la evaluación de la vulnerabilidad, señalando las condiciones de aprobación del proyecto y aplicando los mismos criterios de elegibilidad indicados en el análisis de vulnerabilidad del proyecto.

Evaluación de Riesgo Durante la Ejecución y operación del proyecto: Se hará el análisis de vulnerabilidad al riesgo usando histogramas de evaluación de exposición multiamenazas, nivel de exposición del fenómeno y nivel de resistencia multi amenazas.

- Determinación de Puntos Críticos

Una vez identificado el riesgo más alto, y haciendo una inspección al sitio se determinará los puntos críticos y el punto de análisis en el cual se propondrán las medidas para mitigar.

5.4. Propuesta de Medidas de mitigación y adaptación

En este momento metódico se realizaron las siguientes actividades:

- a) Revisión Documental.
- b) Confección de Medidas adaptación y mitigación.
- c) Programa de Monitoreo.

5.5. Cuadro de Certitud Metódica

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	INFORMACIÓN		HERRAMIENTAS / MÉTODOS	INTERPRETACIÓN	RESULTADOS	
		UNIDADES DE ANÁLISIS	VARIABLES			PARCIALES	FINAL
Proponer medidas de mitigación y adaptación ante los deslizamientos debido al efecto del Cambio Climático en el punto crítico-poblado El Carmen del proyecto vial “Mejoramiento de Carretera Tramo El Júcaro – Murra 17.61 Km (Nueva Segovia).	Describir la situación actual del proyecto El Júcaro – Murra 17.61 Km (Nueva Segovia).	Localización del Proyecto	Micro y Macro Localización	-Visita de Campo al sitio. -Levantamiento fotográfico. -Revisión Documental.	Documento Descriptivo, Tablas, Mapas	Descripción de las características del proyecto vial	Propuesta de Medias de Adaptación y Mitigación, al Deslizamiento
	Describir el entorno ambiental	Medio Biótico Medio Abiótico Medio Socioeconómico	Flora, fauna, Clima, Aire, Suelo, precipitaciones, geología, hidrología. Población, economía, medio construido,	-Visita de Campo. -Revisión Documental. -Levantamiento fotográfico. -Análisis y Síntesis.	Diagnóstico	Estado Actual de los componentes ambientales del área de influencia del proyecto	

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	INFORMACIÓN		HERRAMIENTAS / MÉTODOS	INTERPRETACIÓN	RESULTADOS	
		UNIDADES DE ANÁLISIS	VARIABLES			PARCIALES	FINAL
	Evaluar las amenazas y vulnerabilidades ante el cambio climático en el punto crítico-poblado El Carmen del proyecto vial.	Amenazas	Deslizamiento, Sismicidad, Inundaciones	-Histograma de Evaluación de Emplazamiento. -Histograma De Evaluación De La Vulnerabilidad	Documento de Evaluación de Amenazas y Vulnerabilidad. Mapas	Identificación de Puntos críticos	
		Vulnerabilidad	Materiales de Construcción Diseño y Tecnología de la Construcción.	Balance de Riesgo Evaluación de Riesgo.			
	Proponer un Plan de medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático en el punto crítico-poblado El Carmen del proyecto vial, con su correspondiente Programa de Monitoreo.	Riesgo	Balance de riesgo (Emplazamiento + Vulnerabilidad)	Nivel de Exposición Multiamenazas. Determinación de Puntos Críticos			
		Punto Crítico, Deslizamiento.	Ponderación de Puntos Críticos.	Revisión Documental	Documento conteniendo medidas, gráficos, secciones típicas	Compendio de Medidas de Mitigación y Adaptación y programa de monitoreo	
		Tipos de Medidas.	Medidas Típicas	Confección de Medidas adaptación y mitigación Programa de Monitoreo			

CAPITULO II

6. Descripción General del Proyecto

6.1. Localización

El proyecto está localizado en los municipios de El Jícaro y Murra, pertenecientes al Departamento de Nueva Segovia, con una longitud de aproximadamente 17.616 km, mediante el cual se comunicarán la cabecera municipal de los mismos, a través de un camino mejorado, produciéndose ahorros en tiempo, costos de operación vehicular y mantenimiento de dicho de camino. (Ver Ilustración 6).

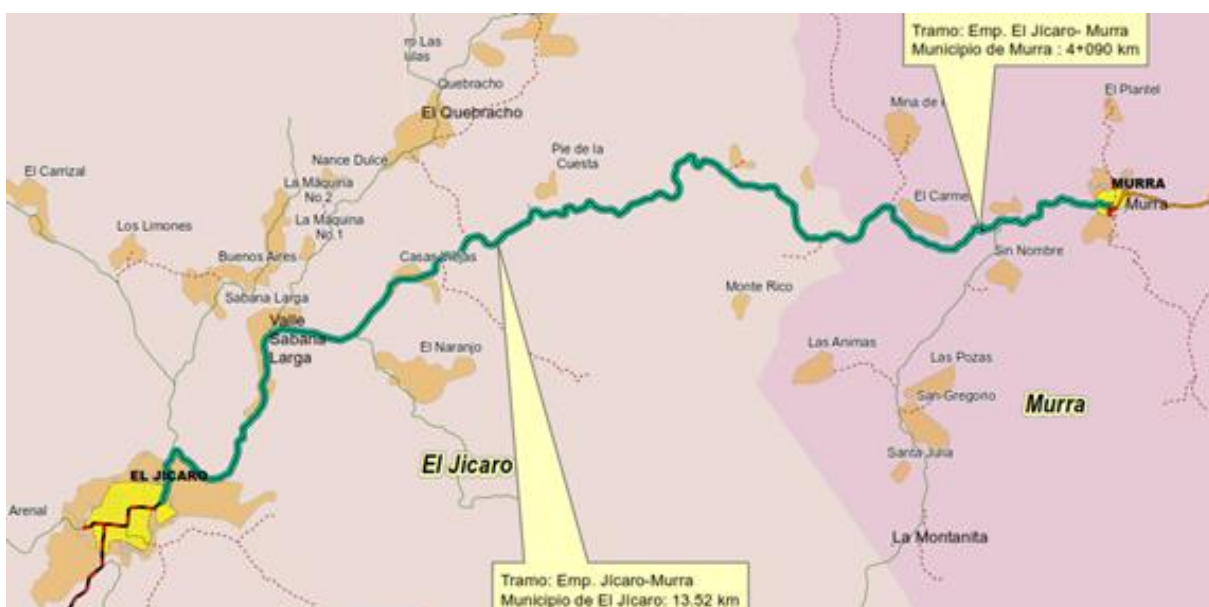


Ilustración 6 Localización del Proyecto

6.2. Objetivos del proyecto

El principal objetivo en alcanzar por el proyecto Mejoramiento del Tramo: El Jícaro-Murra, es contribuir a la promoción del desarrollo económico de las comunidades localizadas en la zona de influencia del proyecto. La falta de accesos a la zona en estudio, es una restricción significativa al crecimiento económico en la zona de influencia del proyecto en estudio; en particular para la agricultura y la ganadería; los pequeños y medianos productores rurales.

En el Proyecto Mejoramiento de Carretera, Tramo: El Jícaro - Murra, se estudian y diseñan 17.616 km y es de mucha importancia para expedir la comunicación entre las dos cabeceras municipales y sus comunidades, con la finalidad de habilitar las

condiciones actuales de este tramo que se clasifica como una colectora secundaria y que tiene gran importancia, ya que representa el principal y único acceso para el traslado de la producción y pasajeros de esta comunidad.

Mediante un Programa de Adoquinado de caminos rurales, se pretende, dotar de Infraestructura vial a los municipios y comunidades con un alto potencial de desarrollo económico social, en este caso nos encontramos en presencia de un tramo ganadero y agrícola, incluida la minería, rubros que constituyen un peso importante para las exportaciones y el consumo interno, por lo que dotar a estos municipios de la infraestructura vial requerida, es de vital importancia.

El proyecto como tal contempla la pavimentación de los 17.61 km que existen entre ambos municipios, la reconstrucción del Puente El Jícaro ubicado en el inicio del proyecto y así como las obras de drenaje menor, todo esto acompañado con las obras de mitigación a daños ambientales.

6.3. Justificación

En el documento de Estudio y Diseño¹ se menciona que el proyecto se justifica por el aseguramiento del potencial desarrollo agrícola y ganadero existente en la zona de influencia del proyecto; lo que traerá un incremento en el tráfico natural y su posterior desarrollo, lo cual se demuestra con tasas altas históricas del tráfico natural, de conformidad a registros en estaciones cercanas al proyecto, lo que induce a asegurar proyecciones mínimas de tráfico normal entre el 5% y 7% para los vehículos de carga, y del 4.5% al 6.5% para vehículos de pasajeros.

Y tomando en consideración los datos proyectados en la *Propuesta De Modificación Con Inclusión De Criterios De Cambio Climático Del: Reglamento Nacional De Construcción (RNC-07) (2015)*, estipula que el departamento de Nueva Segovia, con clasificación de Intramontaña Norte sufra los siguientes cambios:

- Aumento de un 13% durante el mes de junio.
- Ligera disminución el mes de septiembre.
- A nivel anual se proyecta una reducción del 1%.
- Incremento de intensidad de precipitación 10-minutal y 30-minutal.

Actualmente se está llevando a cabo la contratación de los servicios de supervisión y ejecución de las obras el que para ambos tiene un costo de C\$ 385.905.820,61 y se ejecutará en un plazo de 600 días calendarios.

6.4. Alternativas de diseño

¹ Informe de Estudio de Factibilidad Técnica y Económica elaborado por Consorcio Condisa-Iceacsa-Toponort, S.A.

Para este proyecto se realizaron tres estudios de alternativas de diseño:

- a) Adoquín A 20 años y a 15 años.
- b) Concreto Asfáltico en Caliente A 20 años y a 15 años.
- c) Concreto Compactado Con Rodillo A 20 años y a 15 años.

En el cual se determinó que la alternativa recomendada para la construcción del proyecto es la alternativa de adoquín considerando el reforzamiento del puente actual de 61.0 m. y dejar para una segunda etapa la construcción de este puente nuevo. Por otro lado, además de la rentabilidad de la inversión que genera la alternativa de adoquín, es importante mencionar que esta alternativa dinamiza la economía nacional con la producción de adoquines y también dinamiza la economía local con la generación de mano de obra

6.5. Síntesis del Capítulo

En este capítulo se abordaron las características principales del proyecto a ejecutarse, donde se establecieron de forma general los elementos básicos que componen esta obra vial, como su ubicación geográfica, descripción general del tramo, la composición del pavimento, drenaje, topografía, sección típica y el costo de inversión. Así mismo se determinó la importancia territorial de este proyecto y los importantes beneficios que trajo para las comunidades de la zona.

CAPITULO III

7. Línea de Base Ambiental

La Línea Base Ambiental enfoca las necesidades existentes dentro del área de influencia del proyecto, evaluando el riesgo en el ambiente donde se debe enfatizar suelo, clima, agua, población, cobertura vegetal (flora).

La evaluación del estado actual del medio ambiente tendrá en consideración a partir de la síntesis natural y socioeconómica del medio, las proyecciones o estimaciones de las acciones que se originan a través de los impactos tanto favorables como desfavorables, que pudieren generarse o presentarse debido al cambio climático en el proyecto. Para ello, es preciso delimitar el área de influencia del proyecto, tomando como punto de estudio el poblado El Carmen perteneciente al municipio de Murra, el área que será sometida a las acciones del proyecto.

7.1. Área de influencia del proyecto

Según el Decreto 20-2017, en el artículo cuatro, inciso tres, el área de influencia de un proyecto se refiere a todo el espacio geográfico, incluyendo todos los factores ambientales dentro del él que pudieran sufrir cambios cuantitativos o cualitativos en su calidad debido a las acciones en la ejecución de un proyecto. (Ver Ilustración 7).

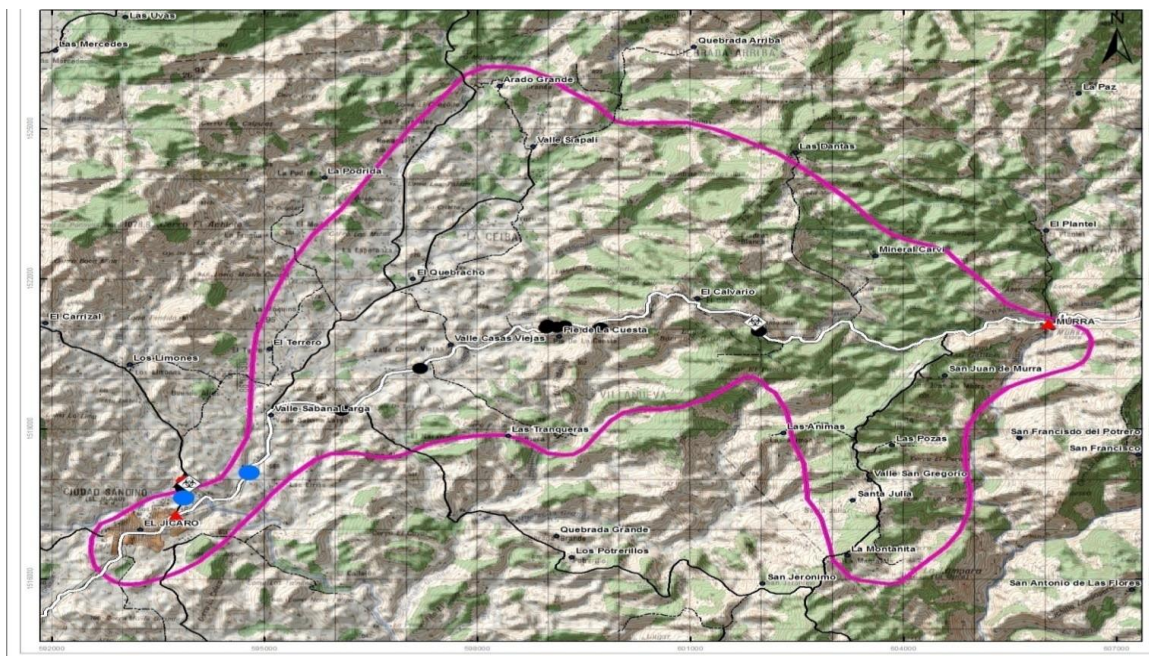
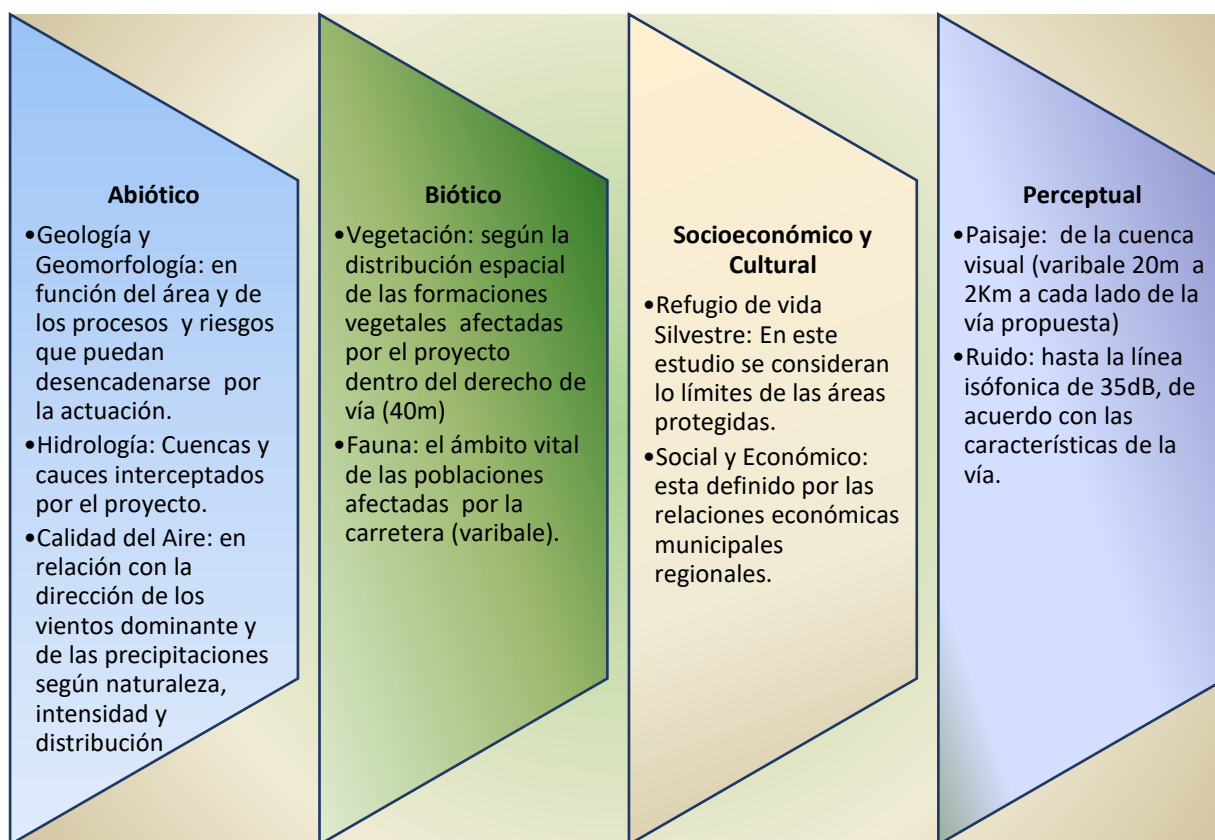


Ilustración 7 Mapa el área de influencia directa e indirecta del Proyecto de Mejoramiento del tramo El Júcaro – Murra

7.1.1. Área de influencia directa.

El área de influencia directa está asociada a los factores del ambiente que influyen directamente en las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la obra.

En consecuencia, para definir los límites del área de influencia directa se consideraron los siguientes criterios:



El área de influencia directa corresponde a las posibles zonas de préstamo, zonas de maniobras de maquinarias y equipos, derecho de vía y áreas adyacentes al camino en que se realice actividades del proyecto. Los límites están conformes a lo indicado en los términos de referencia proporcionados por el MTI. El área de influencia directa del proyecto está estimada en 66,9 Km².

7.1.2. Área de influencia indirecta.

El área de influencia indirecta ésta asociada a las cuencas hidrográficas de los ríos que cruzan el camino, áreas adyacentes al camino y a las posibles incidencias socioeconómicas en el ámbito municipal y departamental que se den con la operación del proyecto Diseño para el Tramo de carretera El Jícaro – Murra.

Estando definido como el área sujeta a los impactos ambientales indirectos del proyecto, y abarcan una región geográfica más extensa cuyas poblaciones, actividades económicas y servicios sociales y de infraestructura serán impactados por el proyecto. Dentro del Área de Influencia Indirecta se considera todos aquellos asentamientos que están conectados directamente al corredor y que sean generadores y/o receptores de tráfico a lo largo del corredor. Para ello se ha definido como área de influencia indirecta del territorio municipal de El Jícaro y Murra en el departamento de Nueva Segovia

Los límites de las áreas de influencias indirecta fueron determinadas por las siguientes condiciones: hidrología, geomorfología, ruidos, calidad del aire, fauna, social y económico (los caminos a donde acceden). Los cuales corresponden a los sectores de los municipios de El Jícaro y Murra.

7.2. Estado actual de los componentes ambientales

De lo anterior se deriva el análisis de la zona en de influencia con la finalidad de identificar los componentes que serán afectados en el mismo. A continuación, se detallan los componentes de la línea base ambiental (Ver Tabla 1)

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
I. ESTUDIO DEL MEDIO FISICO	CLIMA	<p>Según la metodología de Wladimir Köppen para la clasificación del clima, para el área de influencia del tramo de Carretera El Jícaro – Murra, está ubicado en el clima Sabana Tropical (Aw), con influencia además del clima Monzónico Tropical.</p> <p>Clima Sabana Tropical; (Aw), se localiza en las partes más altas de la Región Norte, en los Municipios de El Jícaro y de Murra en el Departamento de Nueva Segovia. Se caracteriza por mostrar, temperaturas medias anuales del orden de los 21-24°C, debido a que corresponde a lugares situados superior a los 500 metros. Las precipitaciones promedias anuales oscilan entre 1 200 mm y 1 600 mm. Son áreas de transición climáticas, por lo que comparten muchas características.</p> <p>El Clima Monzónico (Am): En un núcleo que hace presencia en la región norte-central de Nicaragua. Se caracteriza por registrar un período lluvioso de 9 ó 10 meses, con precipitaciones promedios anuales de 2000 mm a 4000 mm. Las lluvias disminuyen en los meses de marzo y abril. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 25°C y 26°C.</p> <p>En la parte occidental de Nueva Segovia es de tipo subtropical con tendencia a seco, (Santa María 800-900 mm de precipitación anual), aumentando la humedad hacia la zona de Jalapa, El Jícaro y Murra (1800-2000 mm). La temperatura promedio es de unos 25 grados</p>

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
		<p>centígrados en el valle de Ocotal, bajando a 17 grados en las alturas de Dipilto y Jalapa.</p> <p>La caracterización de la vegetación para la región donde se encuentra comprendido el proyecto es del trópico húmedo, donde las temperaturas oscilan entre los 20° y 26°, en cierto grado la vegetación es de clima tropical, pero mayormente de clima subtropical.</p> <p>La temperatura media anual varía entre los 21°C y 24 °C, siendo estos los valores típicos dentro del área de influencia del proyecto, habiendo áreas en las que predomina un rango sobre otro según el plano de isotermas.</p> <p>Según los datos manejados por el Instituto Nicaragüense de Estudios territoriales, INETER, por amenazas de los municipios de El Jícaro y Murra en donde se desplaza el proyecto tiene una amenaza ponderada de 4, en la categoría de Inundación.</p>
	CALIDAD DEL AIRE	La calidad del aire en la zona de influencia del proyecto se ubica en un territorio poco afectado por la contaminación del aire, buena capacidad dispersante de la atmosfera y escasa circulación vehicular a distancia mayores de 60 mts.
	GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	En el área de influencia indirecta se halla presentes los grupos Batolito Granítico de Dipilto, Rocas Volcánicas Paleozoicas, Grupo Matagalpa, y Cuaternario Aluvial-Coluvial.

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
		<p>La orogénesis es volcánica de edad cuaternaria como en el resto del departamento, no obstante también hay influencia de rocas metamórficas indiferenciadas originadas en el período Paleozoico, así como intrusivos magmáticos del período Terciario.</p> <p>Topográficas predominantes, son cordilleras, mesas, serranías, lomas alineadas, cuevas, colinas aisladas y terrenos montañosos quebrados, con pendientes que oscilan de 10 a 85% o más.</p>
	HIDROLOGIA SUPERFICIAL E HIDROGEOLOGIA	<p>El Jícaro – Murra está situada en la cuenca hidrográfica del Río Coco. Las aguas que fluyen sobre esta cuenca vierten hacia el Mar Caribe. Principales fuentes hidrográficas: Río Jícaro, río Susucayán, río Walí, río El Almorzadero, río Quebrada de Quilalí, río Murra, río El Musulí, río Quebrada el Arenal y río El Sucio.</p> <p>Principales cuerpos de aguas que atraviesan el área de influencia: río El Jícaro, Murra, Sucio, El Naranjo, El Cinchado, La Mula, El Casillo; estos ríos cortan directamente el tramo de carretera. Además están presentes los ríos Quebrada Grande, El Cacao, El Renacuajo, y Tronquera; presentes dentro del área de influencia directa del proyecto.</p> <p>Subcuencas más importantes las constituyen los flujos de los ríos Jícaro y Murra, los cuales por su caudal constituyen los elementos significativos a tomar en consideración.</p>

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
		<p>En el inicio del tramo se encuentra el puente El Jícaro el cual se encuentra sobre el río del mismo nombre del puente. El rio como tal continúa su curso paralelo al tramo en los primeros 5 km de recorrido.</p> <p>Un segundo río presente en el tramo, es el Río Sucio el cual tiene la desembocadura de las aguas en el Río Jícaro. Ambos ríos no tienen incidencia directa en el punto de estudio en vista de que el más cercano se encuentra a más de 10 km de distancia y ambos se encuentran bajo el nivel del punto de estudio.</p> <p>Por otro lado, se presentan parámetros Hidrogeológicos como la transmisividad, en el área de estudio; ya que mediante este parámetro es que los depósitos cuaternarios reflejan la mayor o menor capacidad de transmitir el agua. Dentro de los tipos de formación/roca que se definen en la caracterización Hidrogeológica encontramos Matagalpa de tipo Fisurado/Poroso, posee una transmisividad nula/alta y permeabilidad variable; otra es Paleozoico de tipo Fisurado/compacto, posee una transmisividad nula/baja y es impermeable; por ultimo Cuaternario de tipo Poroso, posee una transmisividad baja/alta y excelente permeabilidad.</p> <p>Basados en información del Ineter, La transmisividad general de la cuenca oscila entre 10 a 100m²/día, sin embargo, en las subcuenca estos valores de transmisividad cambia desde 90 hasta 799m²/día con una media de 455,2m²/día, se registra un espesor saturado de</p>

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
		<p>49,5m en promedio, de igual forma se tiene que el caudal específico es de 4,5m²/h/m.</p> <p>El punto de estudio como tal tiene afectaciones debido a las escorrentías del lugar, cuya fuerza erosiva es la que más daño causa en la zona dadas las altas pendientes sobre la que se desplaza, así como el flujo del agua en los cuerpos de agua que arrastran material de las riberas y zona de servidumbre, esto se logra determinar en vista de que el nivel friático es de 60 pies.</p>
	SUELOS	<p>Según el estudio geológico realizado por el Consorcio Condisa – Iceacsa - Toponort, S.A; en el cual realizaron trabajo de campo y análisis de la información recolectada; los suelos en el área de influencia son de tipos francos arenosos, superficiales y pedregosos, siendo de vocación forestal. El área de influencia del proyecto para el Tramo de carretera El Jícaro – Murra, se emplaza sobre los suelos Molisol, Alfisol e Inceptisol.</p>
	PAISAJE	<p>Por estar asentados en la IV Provincia del Norte el paisaje imperante en los municipios de El Jícaro y Murra es de gran hermosura por sus elevadas cimas y abruptos accidentes geográficos. Sin embargo, la abundancia de montañas a manera de lomas, cerros, incluso valles y filas, confieren características únicas a esta zona; haciendo que las formaciones paisajísticas presentes sean de excelsa categoría y valor escénico.</p>

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
II. ESTUDIO DEL MEDIO BIOTICO	VEGETACION	<p>Según la clasificación de J. Salas (1993), corresponde a la Región Ecológica II (Sector Norcentral), formaciones vegetales Bosques mediano perennifolio de zona fresca. La vegetación del área de influencia directa se caracteriza por la dominancia de especies latifoliadas del bosque tropical húmedo, aunque también se presentan escasas asociaciones de pinos (este caso se aloja en pequeñas llanuras, las especies de pino que se involucran en mayor cantidad son tres: Pinus oocarpa y pequeñas manchas de P. patula y P. maximinoii), que se entremezclan con el bosque húmedo.</p> <p>Las especies de árboles que se pudieron constatar son: Roble, Laurel, Pochote, Areno, Granadillo, Guácimo, Pino, Ocarpa, Frijolillo, Jiñocuabo, Pochote, Quebracho, Casia, Melina, Carbón.</p> <p>Los taludes en los puntos críticos se encuentran sin cobertura vegetal, lo que ocasiona el deslizamiento por las filtraciones de aguas.</p>

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
	FAUNA	Se constató mediante trabajo de campo la existencia de mamíferos, aves, reptiles y ofidios propios de la zona así como algunas variedades de aves pequeñas y vistosas que pasan por estas tierras en sus migraciones anuales. Entre los animales observados se encuentran el güis, zensontle, guardabarranco, carpintero copete rojo, oropéndolas, Urracas, Gavilanes, Chocoyos. Y por entrevistas a personas del lugar garrobos, boas, cascabel; entre otras. Los ejemplares Alouatta pulliata que existen en los ecosistemas cercanos se encuentran amenazados por lo que son objeto de regulación especial por parte del Estado de Nicaragua, se encuentra en el Apéndice I CITES, pertenecen al orden Primates, familia Cebidae. Otra especie que se encuentra en el apéndice II de CITES es Boa Constrictor, orden Serpentes, familia Boidae, que se han observado.
III. ESTUDIO DEL MEDIO FISICO	ANALISIS DE ASENTAMIENTO	El municipio de El Júcaro está dividido en 5 micro regiones y la zona urbana, los patrones de asentamientos poblacionales. Las principales comarca del municipio son Las conchitas, El Jicarito, La Cuchilla, Wally, El Cortes, Las Vega, Las Vueltas, Naranjo No. 2, Los Surcos, San Jerónimo, Santa Rosa, Sabana Grande, El Jobo, San Pedro, El Arenal, El Coyol, La Máquina, Sabana Larga, Pie de Cuesta, El Callejón, el Espino, Las Sardina, Los Limones, El Arenal, Los Andes, Potrerillo, Guapinolito, Monte Rico, Santa Ana, entre otros.

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
		<p>El municipio de Murra se divide en 10 Micro regiones (1 urbana y 9 rurales) siendo la décima el casco urbano del municipio de Murra:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Micro Región I: San Gregorio, Las Animas, San Francisco Abajo, Las Pozas y San Juan de Murra. 2. Micro Región II: Santa Rosa, Santa Ana, Las Flores, La Montañita, Goteras Y El Ombligo. 3. Micro Región III: Las Dantas, El Carmen, La Dalia, El Calvario y Mina Plata. 4. Micro Región IV: Santo Domingo, Las Victorias, El Doradito, San Francisco Arriba, La Paz, El Plantel y Los Ángeles. 5. Micro Región V: Quebrada Helada, El Mapa 2, La Pita Arriba, San Pablo Arriba 1 y San Pablo Arriba 2. 6. Micro Región VI: Cedrales Abajo, Cedrales Arriba, San Antonio de Chachagua, San Jerónimo, California, Paredes Arriba, Paredes Abajo, Arenales 1, Arenales 2 y Roberth. 7. Micro Región VII: Planes de Wanito, Wanito Arriba, Quebrada Negra Abajo, La Esperanza, Guapinolito y Villa Nueva.

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
		<p>8. Micro Región VIII: El Rosario, El Dorado, Congojas, Las Selvas, La Reforma, El Milagro, Guapinolón, Monte Sión y San Pablito.</p> <p>9. Micro Región IX: 1. Quebrada Negra Arriba, San Pablo abajo 1, San Pablo abajo 2, La Bonanza, El Paraisito Arriba, El Paraisito Abajo y El Mapa 1.</p> <p>10. Micro Región X: Barrio Fidel Ventura, Barrio Rodolfo Barahona, Barrio Juan G. Colindres y Barrio Santos López.</p> <p>Dentro de las comunidades aledañas a la vía se encuentra El Carmen con una población estimada de 300 habitantes.</p>
	TRANSPORTE	<p>Existe camino de tierra revestido de macadán de todo tiempo que une las cabeceras municipales de El Jícaro y de Murra y se encuentra en regular estado. Se cuenta con siete rutas de transporte; cinco de ellas son intermunicipales y cubre los destinos Estelí - Murra, Ocotál - Murra, Jalapa - Murra, Jalapa - San Juan, El Jícaro - El Rosario (Comunidad del Municipio de Murra) con un total de ocho unidades de transporte.</p> <p>Existe otra vía de acceso hacia el municipio; la carretera Jalapa - Murra y su estado es deficiente. A lo interno del municipio, predominan los caminos comunales de macadán, los que se encuentran en mal estado, siendo los principales Murra - El Rosario, La Victoria y San Gregorio.</p>

	<p>ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</p>	<p>La fuente de agua con mayor extracción de agua es de los afluentes de Río Sucio, en donde está la Pila de Captación que abastece al Sistema de Agua de Sabana Larga y la zona urbana del municipio; es de esperarse que en el transcurso de los próximos 10 años, por el crecimiento de la población, pero principalmente por el proceso de concentración de la población de las comunidades en núcleos semi-urbanos y por la modificación de sus hábitos de consumo, esta demanda se duplique.</p> <p>El 81% de las viviendas tienen acceso a los sistemas de agua potable; el resto de comunidades accede a pozos, tomas de manantiales, ríos o quebradas.</p> <p>El costo del servicio de agua oscila entre 10 y 20 córdobas por mes, dependiendo de del sector donde se ubique la vivienda; independientemente del consumo.</p> <p>Se adolece del servicio de alcantarillado sanitario, en el casco urbano se utilizan sumideros o tanques sépticos; el sistema más usado es el de letrina; sin embargo, uno de los principales problemas en el funcionamiento de una letrina es su corta vida útil.</p> <p>Por otro lado, el nivel del manto freático no es el mismo en todas las localidades, por lo que en algunas circunstancias el uso de letrina induce a la contaminación de las fuentes de agua.</p> <p>El tratamiento que recibe el agua es la cloración eventual sin tener un continuo control de calidad.</p>
--	---------------------------------------	---

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
	HABITAT	<p>Uso del suelo: Los principales cultivos de consumo interno son: Fríjol, Maíz y Sorgo. El área total cultivada es de 14,774.76 manzanas, en las que son sembradas 19 especies vegetales. Según el área ocupada por cultivo, los rubros que están contribuyendo mayormente a la economía en orden de mención son el Maíz, Frijol, Café, hortalizas y las musáceas.</p> <p>La segunda actividad económica importante la constituye la crianza de ganado bovino que asciende a 3,011 cabezas para la producción de leche y carne.</p> <p>Por otra parte, la actividad maderera está reducida (menos del 10 %), debido a que el 60 % del área boscosa se encuentra en las áreas de protección de la sub-cuenca del Río Jícaro. Sin embargo aunque la tala se encuentra restringida, de manera ilegal son sacadas de la zona miles de metros de madera anuales, lo cual sumado a las afectaciones ocasionadas por la plaga de gorgojo descortezador del pino (<i>Dentroctonus frontalis</i>) en todo el municipio está produciendo una reducción acelerada de las masas forestales.</p> <p>Por ser viviendas del sector rural, existe hacinamiento.</p>
	CENTROS	Las comunidades del área de influencia son comunidades rurales, con bajo desarrollo socioeconómico.

COMPONENTES DE LA LINEA BASE AMBIENTAL		
CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
	ESPACIOS PUBLICOS	Las comunidades mayores cuentan con Campos Deportivos en donde la población socializa y practica deporte al aire libre.
	EQUIPAMIENTO DE SERVICIOS	Equipamiento: Existen 3 escuelas aledañas a la vía en el municipio de El Jícaro. También existen puestos de salud ubicados en las comunidades de Sabana Larga y Centro de Salud del casco Urbano de El Jícaro.
	SALUD	La población atiende sus necesidades de salud en los Puestos de Salud que están ubicados en las comunidades de Sabana Larga y Centro de Salud del casco Urbano de El Jícaro, aunque existen Casas Base en las comunidades de Casas Viejas y Pie de Cuesta. El personal técnico del MINSA es apoyado por brigadistas de salud, promotores, colaboradores voluntarios y parteras, en su mayoría capacitados para brindar atención y educación preventiva a la población.
	CALIDAD DE VIDA	La población no cuenta con muchas oportunidades de empleo, educación técnica, lo que incide en la baja calidad de vida.

7.3. Síntesis del Capítulo

En este capítulo se abordó la línea base ambiental del tramo, para esto se obtuvo información de los estudios de diseño del tramo elaborados a través el Ministerio de Hacienda, así mismo se actualizó la información a través de las instituciones correspondientes, como es el caso de las temperaturas, vientos, datos poblacionales del área de influencia del tramo, para identificar si se han generados modificaciones en el uso del suelo, las fuentes hídricas, variaciones de temperatura, y aumento de precipitaciones.

CAPITULO IV

8. Evaluación de riesgo

A partir de la caracterización ambiental realizada en el capítulo anterior, se procedió a elaborar el análisis del riesgo local, en función de los componentes que existen en el área de influencia del proyecto.

8.1. Evaluación de emplazamiento del proyecto vial

A continuación, se muestra la evaluación de los componentes de emplazamiento del proyecto vial

8.1.1. Evaluación del Componente Bioclimático

COMPONENTE BIOCLIMATICO										
E	CONFORT HIDROTECNICO	VIENTO	PRECIPITACIONES	RUIDOS	CALIDAD DEL AIRE		P	F	ExPxP	PxF
1							3	0	0	0
2			X				2	1	4	2
3	x	X		x	X		1	4	12	4
VALOR TOTAL = $ExPxP/PxF = 20/12 =$			2.666666667						16	6

8.1.2. Evaluación del Componente Geología

COMPONENTE GEOLOGIA										
E	SISMICIDAD	EROSION	DESLIZAMIENTO	VULCANISMO	RANGOS DE PENDIENTES	CALIDAD DEL SUELO	P	F	ExPxP	PxF
1			x		x		3	2	6	6
2		X				x	2	2	8	4
3	x			x			1	2	6	2
VALOR TOTAL = ExPxP/PxF = 20/12 =			1.666666667						20	12
JUSTIFICACION: el proyecto se encuentra ubicado en terreno montañoso de baja peligrosidad sísmica. Presenta afectaciones debido a procesos hidrológicos los cuales generan erosión en la vía por tanto se asina el valor de 2. En cuando a los deslizamientos el terreno posee pendientes hasta el 16% ocasionando vulnerabilidad ante deslizamiento por lo tanto asignamos el valor de 1. Para el vulcanismo asignamos el valor de 3 porque no existen volcanes en la zona del proyecto. Los tramos de pendiente son mayores a 16% por lo tanto asignamos el valor de 1. asignamos el valor de 2 en cuanto a la calidad del suelo porque los suelos tienen una resistencia entre 1 y 1.5 kg/cm2										

8.1.3. Evaluación del Componente Ecosistema

COMPONENTE ECOSISTEMA										
E	SUELOS ARICOLAS	HIDROLOGIA SUPERFICIAL	HIDROLOGIA SUBTERRANEA	LAGOS	AREAS FRAGILES	SEDIMENTACION	P	F	ExPxP	PxF
1		x				X	3	2	6	6
2							2	0	0	0
3	x		X	x	X		1	4	12	4

COMPONENTE ECOSISTEMA		
VALOR TOTAL = $ExPxP/PxF = 18/10 = 1.8$	18	10
JUSTIFICACION: 1. las técnicas de cultivo no son dañinas por lo tanto asignamos el valor de 3. 2. asignamos el valor de 1 porque el sitio se ubica en ladera de cerro donde la escorrentía superficial es alta. 3. existen flujo de aguas subterráneas pero se ubican a profundidades mayores a 50m. 4. asignamos el valor de 3 porque el sitio se ubica en alturas mayores de 3 con respecto a la cota de rebalse de los lagos. 5 el sitio se ubica a distancia mayor de 1 km de zonas ambientales frágiles, por tanto asignamos el valor de 3. 6. el sitio se ubica en el proyecto se encuentra en una zona receptora de depósitos de sedimentos.		

8.1.4. Evaluación del Componente Medio Construido

COMPONENTE MEDIO CONSTRUIDO										
E	USO DEL SUELO	ACCESIBILIDAD	ACCESO A LOS SERVICIOS	AREAS COMUNALES			P	F	ExPxP	PxF
1			NO APLICA				3	0	0	0
2							2	0	0	0
3	X	X		X			1	3	9	3
VALOR TOTAL = ExPxP/PxF =				3					9	3
Justificación: 1. Debido a que el proyecto posee un suelo según el uso adecuado a la densidad existente (1) 2. El camino existente es transitable en toda época del año. Sin embargo solo pueden acceder vehículos 4x4 o similares (3) 3. No aplica debido a que la carretera se encuentra en una zona meramente rural 4. Las comunidades existente a lo largo del tramo cuenta con los servicios básicos (3).										

8.1.5. Evaluación del Componente de Interacción (Contaminación)

COMPONENTE DE INTERACCION (CONTAMINACION)										
E	DESECHOS SOLIDOS Y LIQUIDOS	INDUSTRIAS CONTAMINANTES	LINEAS DE ALTA TENSION	PELIROG EXPL. E INCENDIOS	SERVICIO DE RECOLECCION DE DESECHOS		P	F	ExPxF	PxF
1				X			3	1	3	3
2							2	0	0	0
3	X	X	X		X		1	4	12	4
VALOR TOTAL = ExPxF/PxF =			2.14						15	7
JUSTIFICACION: 1. El sitio se ubica a distancias mayores de 1000 metros en la dirección de barlovento o sotavento, pero existen masas de árboles que filtran el aire de vertederos de desechos sólidos a cielo abierto o desechos líquidos a cielo abierto (3) 2. El proyecto no cuenta con cercanía de ningún tipo de fábrica (3) 3 las líneas de tendido eléctrico se encuentra fuera del área del proyecto (3) 4. A lo largo del proyecto se encuentra una gasolinera (1) 5. En el proyecto se encuentra en el área de cobertura de limpieza.										

8.1.6. Evaluación del Componente Institucional/Social

COMPONENTE INSTITUCIONAL Y SOCIAL										
E	CONFLICTOS TERRITORIALES	SEGURIDAD CIUDADANA	MARCO LEAL				P	F	ExPxP	PxF
1							3	0	0	0
2							2	0	0	0
3	X	X	X				1	3	9	3
VALOR TOTAL = ExPxP/PxF =			3.00						9	3
JUSTIFICACION: 1. Es una zona que no está actualmente en litigio (3) 2. Es una zona con bajo índice de criminalidad (3) 3. Todos los linderos se encuentran delimitados (3).										

8.1.7. Resumen de la Evaluación del emplazamiento del proyecto vial

RESUMEN DE LA EVALUACION	
COMPONENTES	EVALUACION
BIOCLIMATICO	2.67
GEOLOGIA	1.67
ECOSISTEMA	1.8
MEDIO CONSTRUIDO	3
INTERACCION (CONTAMINACION	2.14

RESUMEN DE LA EVALUACION	
INSTITUCIONAL SOCIAL	3.00
PROMEDIO	2.379365079

Se obtuvo un valor de 2.3 lo que significa que el sitio es poco vulnerable, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas.

8.2. Evaluación de Vulnerabilidad del proyecto vial

Complementariamente a la evaluación del sitio de emplazamiento del proyecto vial, se realizó la evaluación de la vulnerabilidad del proyecto vial, para verificar el estado de riesgo del proyecto.

8.2.1. Evaluación de la Vulnerabilidad del Componente de Materiales de Construcción

No	Componentes	Subcomponentes	Relación Escala/Peso						Σ	Rangos			
			E	P	E	P	E	P		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3
			3	1	2	2	1	3		R	N	A	V
1	Materiales de Construcción	Disponibilidad de Materiales			x	x							
		Renovabilidad de Fuentes	x	x									
		Agresividad del proceso			x	x							

No	Componentes	Subcomponentes	Relación Escala/Peso						Σ	Rangos			
			E	P	E	P	E	P		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3
			3	1	2	2	1	3		R	N	A	V
		Calidad y Durabilidad del Material	x	x									
		Protección/Prevención			x	x							
		Facilidad de sustitución o reparación	x	x									
		FRECUENCIA (F)	3		3		0						
		ExPx F	9		12		0	21					
		Px F	3		6		0	9					
		VALOR TOTAL	ExPx F/Px F= 2.33									2.33	

JUSTIFICACIÓN	Disponibilidad de Materiales	Entre el 30% y el 59 % de la materia prima son abundantes o suficientes en un radio de 10 Km del sitio del proyecto
	Renovabilidad de Fuentes	Más del 50% de la materia prima utilizada en el proyecto se protegen adecuadamente las fuente de extracción de los recursos
	Agresividad del proceso	Los principales materiales de construcción son ligeramente agresivos, debido a emisiones de polvo o un daño ambiental leve
	Calidad y Durabilidad del Material	Los materiales utilizados en el proyecto tienen buena calidad y se prevé una duración de más de 10 años de vida útil
	Protección/Prevención	algunos materiales utilizados en el proyecto pudieran no ser compatibles con algunas variables climáticas, pero en general la alternativa a utilizar son viables

No	Componentes	Subcomponentes	Relación Escala/Peso						Σ	Rangos			
			E	P	E	P	E	P		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3
			3	1	2	2	1	3		R	N	A	V
	Facilidad de sustitución o reparación	Los materiales se conforman a través de tecnologías abiertas que permiten la sustitución y o reparación de partes con materiales no complejos											

8.2.2. Evaluación de la Vulnerabilidad del Componente de Diseño

No	Componentes	Subcomponentes	Relacion Escala/Peso						Σ	Rangos			
			E	P	E	P	E	P		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3
			3	1	2	2	1	3		R	N	A	V
2	Diseño	Cultura Local	x	x									
		Estabilidad	x	x									
		Funcionabilidad	x	x									
		Confort Ambiental	x	x									
		Eliminacion de Desecos			x	x							
		Adaptacion al Medio			x	x							
		FRECUENCIA (F)	4		2		0						
		ExPx F	12		8		0		20				
		Px F	4		4		0		8				
VALOR TOTAL		ExPx F/Px F= 2.5									2.5		
JUSTIFICACIÓN	Cultura Local	La tipologia constructiva armoniza plenamente con la cultura y las tradiciones locales											
	Estabilidad	La solucion del proyecto es monolitica, estable y se encuentra debidamente rigizada											
	Funcionabilidad	La solucion es funcional, no existen acinamientos y se encuentran definidos los espacios de preparacion de aseo y alimentos por											
	Confort Ambiental	La solucion del proyecto presenta una adecuada ventilacion e iluminacion natural											
	Eliminacion de Desecos	El tratamiento de desecos es parcial a traves de letrina con el vertido de las aguas grises a los predios publicos											
	Adaptacion al Medio	La solucion del proyecto se adapta parcialmente al medio, aunque se requiero movimientos de tierra, no son significativos, no ay grandes modificaciones al paisaje											

El hecho de que el proyecto conlleva la construcción de una carpeta de rodamiento esta afecta el paisaje como tal, ya que son elementos ajenos o inexistentes en el área. A esto se le sumas las demás obras ingenieriles como son las obras hidráulicas y de medidas de contingencias.

8.2.3. Evaluación de la vulnerabilidad del Componente de Tecnología de la Construcción

No	Componentes	Subcomponentes	Relación Escala/Peso						Σ	Rangos			
			E	P	E	P	E	P		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3
			3	1	2	2	1	3		R	N	A	V
3	Tecnología de la Construcción	Fuerza de Trabajo			X	X			17				
		Equipamiento					X	X					
		Generación/Disposición de Desechos	X	X									
		Control de Ejecución					X	X					
		Externalidades			X	X							
		FRECUENCIA (F)	1		2		2						
		ExPxP	3		8		6						
		PxF	1		4		6						
		VALOR TOTAL	ExPxP/PxF= 1.6								1.6		
JUSTIFICACIÓN	Fuerza de Trabajo	Entre el 50% y el 80 % de la fuerza de trabajo para la construcción es de localidades aledañas. La mano de obra especializada sola mente será requerida para la maquinaria											
	Equipamiento	Más del 80% de la maquinaria necesaria no se encuentra en un rango de 10 Km											

	Generación/Disposición de Desechos	La tecnología genera muy pocos desechos sólidos y la mayoría son reutilizables en el proceso constructivo.
	Control de Ejecución	Se necesita una supervisión permanente en sitio.
	Externalidades	Las características del diseño, procedimientos, empleo de materias primas, etc., requeridos por la tecnología que se haya importado, no provocan dependencia, ni generan prácticas medioambientales impactantes, ni causan trastornos ambientales negativos o los impactos son irrelevantes

8.2.4. Evaluación de la Vulnerabilidad Promedio en función de los componentes

No	Evaluaciones	ANALISIS				RESULTADOS			
		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0	R	N	A	V
1	Materiales de Construcción			2.3					
2	Diseño			2.5					
3	Tecnología de la Construcción		1.6						
Promedio		2.13333333				2.13333333			

8.3. Balance de Riesgo

No	Evaluaciones	ANALISIS				RESULTADOS			
		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0	R	N	A	V
1	Evaluacion de Emplazamiento			2.4					
2	Analisis de Vulnerabilidad			2.1					
Balance Riesgo/Promedio		2.25				2.25			
El Proyecto Presenta un estado de Riesgo Moderado									

Valores	Descripción	Valoración del Ciclo de Vida
Entre 1 y 1.5	Significa que el proyecto es muy vulnerable, pudiendo dar lugar a afectaciones a la calidad de vida de las personas.	Se define como <u>no elegible</u> el proyecto en las condiciones en que se presenta.
Entre 1.6 y 2.0	Significa que el proyecto es vulnerable, pudiendo dar lugar a afectaciones a la calidad de vida de los usuarios.	Se sugiere la <u>búsqueda de una mejor -y menos impactante- alternativa tecnológica, de diseño o en la selección de materiales de construcción</u> para la realización del proyecto.
Entre 2.1 y 2.5	Significa que el proyecto presenta un estado de vulnerabilidad moderada	Se considera esta alternativa del proyecto <u>elegible siempre y cuando</u> no se obtengan calificaciones de 1 (Escala) en algunos de los siguientes aspectos: Adaptación al medio, confort ambiental y renovabilidad de las fuentes (materiales de construcción)
Superiores a 2.6	Significa que el proyecto no indexa vulnerabilidades a los usuarios.	Se considera este proyecto totalmente <u>elegible</u> e idóneo para su desarrollo.

8.4. Determinación del punto crítico

El punto crítico fue seleccionado tomando en cuenta los criterios siguientes:

1. Los poblados del Carmen y Sabana Larga son los que tienen mayor densidad poblacional, sin embargo, Sabana Larga se ubica en un terreno plano, el cual difiere del Carmen el cual se encuentra en una zona montañosa, siendo este más vulnerable a los deslizamientos en taludes.
2. La vía conecta el municipio de Jícaro con el municipio de Murra, este es una zona productora de café y granos básicos, al fallar el talud incomunicara los dos municipios generando riesgos en la economía de la zona y en la población cercana al talud.
3. El talud se ubica en la estación 14+280 tramo Jícaro – Murra, tiene una altura de 14m y una longitud de 60m
4. En el talud se observa abundante vegetación, por lo que existe escorrentía superficial.
5. Los tipos de suelo encontrados en el talud son A-7-5 y/o A-7-6 que son suelos limo-arcilla¹, este tipo de suelo son arcillosos los cuales debido a su capacidad de retención de agua son susceptibles a deslizamientos.
6. Al pie del talud se encuentran pequeños depósitos de material caído los cuales en algunas ocasiones llegan a la carretera, sobre todo en épocas de lluvias.



Ilustración 8 Talud de estudio del proyecto

De acuerdo a la inspección que se realizó el evento se clasifica como un deslizamiento de flujo de lodo y detritos, por lo tanto se evaluó el riesgo que presenta este talud:

No. NIC: 55	UTM: 0604366.30E, 1520975.29N, Zona 16 880msm			FECHA: 18/11/2017	
Nombre de NIC:	El Jícaro - Murra			Nota:	Banda
Item	Factor	Clasificación	Nota	Potencial	Critico
Pluviosidad	Precipitación	Caída de agua por la condensación del vapor sobre la superficie terrestre.	20	0	20
Característica de la cárcava	Superficie de cuenca dañada por alud de fango. Superficie que tiene más de 15° de inclinación de lecho	Más de 0.50 Km ²	15	12	12
		Más de 0.15 Km ² menos de 0.50 Km ²	12		
		Menos de 0.15 Km ²	7		
	Inclinación máxima del lecho	Más de 40°	15	8	8
		Más de 30° menos de 40°	8		
		Menos de 30°	0		
Característica de pendiente	Superficie de la pendiente que tiene más de 30° de inclinación	Más de 0.20 Km ²	10	9	9
		Más de 0.08 Km ² menos de 0.20 Km ²	9		
		Menos de 0.08 Km ²	4		
	Superficie ocupada por hierbas y arbustos (menos de 10 m. de altura)	Más de 0.20 Km ²	10	5	5
		Más de 0.02 Km ² menos de 0.20 Km ²	5		
		Menos de 0.02 Km ²	0		
	Existencia de obra con suelos inestables	Existe	6	6	0
		No	0		

	Existencia de grietas y pendiente formada por desplazamientos nuevos	Existe	9	9	9
		No	0		
	Historia de derrumbe de dimensión relativamente grande	Existe	15	15	0
		No	0		
				64	63

8.5. Síntesis del Capítulo

En este capítulo primeramente se identificaron las amenazas mediante la evaluación de emplazamiento, la cual dio como resultado que el grado de ocurrencia de un deslizamiento es alto, posterior se realizó el histograma de vulnerabilidad. Con los valores promedios obtenidos, se procedió a determinar el grado de riesgo que presenta el proyecto. Finalmente se identificó el punto de deslizamiento más crítico, por medio del estudio de suelos y la inspección del sitio para lo cual se llenó un formato con diferentes criterios para evaluar taludes.

CAPITULO V

9. Estabilización de taludes y laderas

En el caso de que el camino natural discurra por secciones a media ladera o en trinchera, en las que se conozca la existencia de desprendimientos, o se estime que pueden llegar a producirse, se procederá a evaluar la posibilidad de afección al camino natural.

Del mismo modo, puede ser necesario el refuerzo del pie de un talud del camino natural en determinadas zonas, de manera que no se comprometa su estabilidad en el periodo de vida del proyecto.

En general, los caminos naturales discurrirán sobre zonas en las que existía previamente una vía de comunicación (férrea, camino forestal, agrícola), en los que la sección transversal ya esté definida, a falta de concretar la explanación y el firme. La apertura de zonas de nuevo trazado y los movimientos de tierra asociados, serán necesarios únicamente en tramos de nueva construcción.

En algunos casos, además, puede ser conveniente completar las actuaciones de estabilización con actividades de revegetación, ya que las plantas protegen la superficie del suelo contra la erosión. El uso de plantas como material para estabilizar el suelo está frecuentemente asociado al empleo de materiales secundarios, cuya finalidad es ayudar a establecer unas condiciones físicas en las primeras fases de la implantación, cuando todavía el material vegetal no tiene prácticamente efectividad.

9.1. Criterios para la estabilización

Las acciones sobre los taludes serán de tipo puntual, debiendo justificarse adecuadamente en proyecto. Dichas actuaciones tendrán como objeto la protección del camino natural, así como la forma de ejecución y los condicionantes necesarios para mejorar su integración ambiental.

En el presente capítulo se van a definir una serie de soluciones estructurales tipo, que podrán ser acompañadas o no de técnicas de integración ambiental adicionales (bioingeniería), en el caso de que estas no vayan incluidas en la propia solución estructural.

Siempre que sea posible, y como paso previo a la aplicación de otras técnicas, se diseñarán actuaciones de remodelación de la geometría de los taludes, que permitan la disminución de la pendiente y/o de la longitud de ladera, tales como:

- Descabezado de taludes.
- Retirada de materiales inestables.
- Tendido o reperfilado de taludes.
- Banqueo de los taludes.

El siguiente paso a la remodelación geométrica será la utilización de técnicas blandas propias de la bioingeniería (mantas y redes vegetadas, hidrosiembras, fajinas, plantaciones de cobertura, etc.), que deberán primar, siempre que sea posible, sobre tratamientos duros basados en estructuras (de hormigón, mampostería, gaviones, etc.), o técnicas mixtas, donde se mezclan estructuras con plantaciones.

En todo caso, dadas las características intrínsecas de los proyectos y obras que nos ocupan, los elementos de protección y contención deberán estar integrados en el paisaje, formados por materiales de la zona, ser duraderos y de bajos costes de ejecución y mantenimiento.

Asimismo, la elección de la solución dependerá de ciertas condiciones asociadas al proyecto, como esfuerzos previsible, espacio disponible, plazo de ejecución, impacto ambiental, etc.

Los diferentes sistemas de protección y contención a aplicar en cada caso, dependerán del tipo de talud o ladera, de los materiales que lo forman y de los factores que afectan a la estabilidad de los mismos.

9.1.1. Soluciones de tipo Estructural

Según lo expuesto anteriormente, las soluciones de tipo estructural consistirían básicamente en:

- Muros de hormigón en masa y armado.
- Muros de escollera.
- Muros de gaviones.

Definiéndose muro como toda estructura continua que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno (Ministerio de Fomento, 1999).

- 1. Muros de hormigón o de gravedad:** Son muros con gran masa que resisten el empuje mediante su propio peso y con el peso del suelo que se apoya en ellos, no están diseñados para trabajar a tracción.

Como ventajas de los muros de gravedad:

- Son de construcción rápida y simple.
- Pueden construirse en curva y con diferentes formas.
- Admiten fácilmente el chapado de sus paramentos, lo que favorece su integración ambiental.

Las desventajas son:

- Necesita un volumen considerable de hormigón.
- Generalmente son antieconómicos para alturas mayores de tres metros.
- No se adaptan a los movimientos del terreno.

2. Muros de hormigón armado: Son muros armados interiormente con barras de acero, diseñado para poder soportar esfuerzos de tracción.

Las principales ventajas de este tipo de muros son:

- Consumen menos hormigón en su construcción.
- Pueden emplearse en alturas grandes (superiores a cuatro metros).

Como desventajas se puede mencionar:

- Requieren mejores terrenos de cimentación.
- Pueden ser antieconómicos en alturas superiores a siete metros.
- Su poco peso los hace poco efectivos en casos de estabilización de deslizamientos de masas grandes de suelo.
- El armado mediante redondos de acero en su estructura obliga a realizar una ejecución cuidadosa.

3. Muros de escollera: Las obras de escollera están constituidas por bloques pétreos, con formas más o menos prismáticas y superficies rugosas.

Entre las ventajas que presentan se puede destacar:

- Costes bajos.
- Gran capacidad de drenaje, a través de los orificios creados por los bloques de roca. Es necesario dejar material granular filtrante, de tamaño menor de 15 cm, en el trasdós para facilitar el drenaje.
- Amortigua los posibles movimientos del talud sin perder sus propiedades resistentes.
- Se integra perfectamente en el medio ambiente debido al carácter natural de sus componentes, siendo fácilmente revegetados.

Las desventajas que presentan serían:

- Requieren de la utilización de bloques o cantos de tamaño relativamente grande.
- Además, este tipo de estructuras deben ser estudiadas aplicando los principios de la mecánica de suelos, ya que existe la posibilidad de que se

puedan producir procesos de roturas internas dependiendo de la geometría del contrafuerte. Por esta razón, para llevar a cabo un estudio teórico de estabilidad del muro de escollera, será imprescindible tener en cuenta el ángulo de rozamiento interno y la densidad de la escollera.

- 4. Muros de gaviones:** Están formados por la superposición de cajas de forma prismática, fabricadas generalmente de enrejado de alambre galvanizado, rellenas de rocas de pequeño tamaño.

Como ventajas principales de los muros de gaviones, cabe comentar:

- No precisan cimentación.
- Adaptación al terreno.
- Fácil diseño y rápida construcción.
- Mano de obra no especializada.
- Trabajan fundamentalmente por gravedad.
- Son flexibles y son capaces de soportar ciertos asentamientos sin fracturarse.
- Presentan condiciones de drenaje y durabilidad excelentes.
- Utilización de materiales de la zona.
- Bajo coste.

Las principales desventajas son:

- Las mallas de acero galvanizado se corroen fácilmente en ambientes ácidos.
- Los bloques de roca no necesariamente están disponibles en todos los sitios y pueden condicionar el coste de la obra.
- Al ser muros de gravedad, su espesor aumenta proporcionalmente con la altura, por lo que para grandes alturas el volumen de piedra aumenta de tal forma que hace antieconómica la solución.

9.1.2. Soluciones de tipo Bioingeniería

Las técnicas de bioingeniería se basan en la utilización de plantas vivas como elemento constructivo, conjuntamente o no con material inerte (material leñoso, piedras, mallas metálicas, geotextiles o productos sintéticos).

Estas técnicas se pueden dividir en tres grandes grupos:

Técnicas de recubrimiento

Son técnicas destinadas a evitar la erosión superficial. Dentro de este grupo se distinguen:

- Siembras de diversos tipos, con o sin acolchados
- Hidrosiembras tanto de especies herbáceas como especies leñosas.
- Mantas

Técnicas de estabilización

Estas técnicas permiten estabilizar el terreno hasta dos metros de profundidad y se basan en la disposición de plantas leñosas obtenidas por reproducción vegetativa y colocada en filas horizontales. Las plantas tienen que tener la capacidad de emitir raíces adventicias de manera que formen un entramado que permita la sujeción del terreno. Dentro de estas técnicas se pueden enumerar:

- Fajinas vivas.
- Paquetes de matorral.
- Estaquillados de sauces.
- Lechos de ramaje.
- Esteras de ramas.
- Empalizada.

Técnicas mixtas

Estas técnicas conjugan la utilización de elementos vegetales con materiales inertes tales como: madera, acero galvanizado, piedra, hormigón, etc. El material inerte actúa como estabilizador hasta que las plantas sean capaces de realizar esta función. Dentro de estas técnicas se encuentran:

- Fajinas mixtas.
- Gaviones revegetados.

9.2. Medidas Propuestas

Una vez analizados las diferentes medidas de mitigación y adaptación previamente mencionadas, se fue seleccionada la medida más conveniente de la Solución Estructural y de la Solución Bioingenieril para el caso de estudio.

1- Muro de Gaviones:

Como ha sido previamente mencionados dichos muros se elaboran a partir de cajas de forma prismática, fabricadas generalmente de enrejado de alambre galvanizado, rellenas de rocas de pequeño tamaño.

Se tomó en consideración dicha solución en razón de:

- No se requiere mano de obra especializada.
- Debido a que la ley 387 (Ley especial sobre exploración y explotación de minas) prohíbe la extracción de material de los ríos, el material para la construcción de los gaviones se extraerá de banco que se localiza en la estación 12+080 a una distancia aproximada de 50m del derecho de vía.
- El ambiente al cual estará expuesto no presentan acidez que deterioren la resistencia y comprometan la eficacia de los muros.

- La altura es una magnitud apropiada para que el muro no sea de grandes dimensiones.

2- Malla Geosintetica con anclajes:

Las mallas de triple torsión para el control de desprendimientos se utilizan fundamentalmente para:

- Evitar que las rocas que se desprenden de los taludes caigan sobre el camino.
- Estabilizar el talud, evitando el desprendimiento de cualquier bloque rocoso.

En la mayoría de los casos se instalarán mallas colgadas que encauzan el movimiento de los desprendimientos, favoreciendo que se realice lo más lento posible hasta el pie del talud, donde se van acumulando los desprendimientos. Existen dos tipos:

- El primero es la combinación de malla con los bulones que evita la caída de cuñas y bloques de grietas abiertas. Consiste en la colocación de malla de triple torsión, anclada en la parte superior, con barras de anclaje de acero, y cogida al talud mediante bulón de cosido con una profundidad de 1,30 m, formado por barra de acero corrugado de 16 mm de diámetro y lechada de cemento. Este tipo de mallas son efectivas para taludes de pendiente superiores a 1:1 cuya altura supera los 20 m o bien en aquellas zonas con material suelto de tamaño menor de 50 cm.
- El segundo es el que más se suele utilizar y consiste en una malla (colgada) que se extiende sobre el talud anclándose únicamente en la parte superior. La parte inferior se lastra mediante elementos que funcionan como contrapeso. Este tipo de mallas son efectivas para taludes de pendiente inferiores a 1:1 y con alturas menores de 20 m, constituidos por materiales sueltos y muy fracturados.

La geo malla sintética tiene el inconveniente de que no corta por capilaridad el paso de agua, pudiendo esta llegar al cimiento. Para este tipo de solución se propone un Subdren para evacuar el agua y colocar una cuneta al pie del talud.

Así mismo debido a la proyección que se tiene del cambio climático, para lo cual se estima un aumento (13%) en la intensidad de las lluvias es necesario que para la implementación de la Geo malla se combinen con anclajes.

El uso de anclaje para la Geo malla consiste en perforar la superficie a intervenir hasta encontrar material sólido y estable al cual se anclará la geo malla para que logre soportar la saturación de agua en los suelos que es lo que ocasionan los deslizamientos.

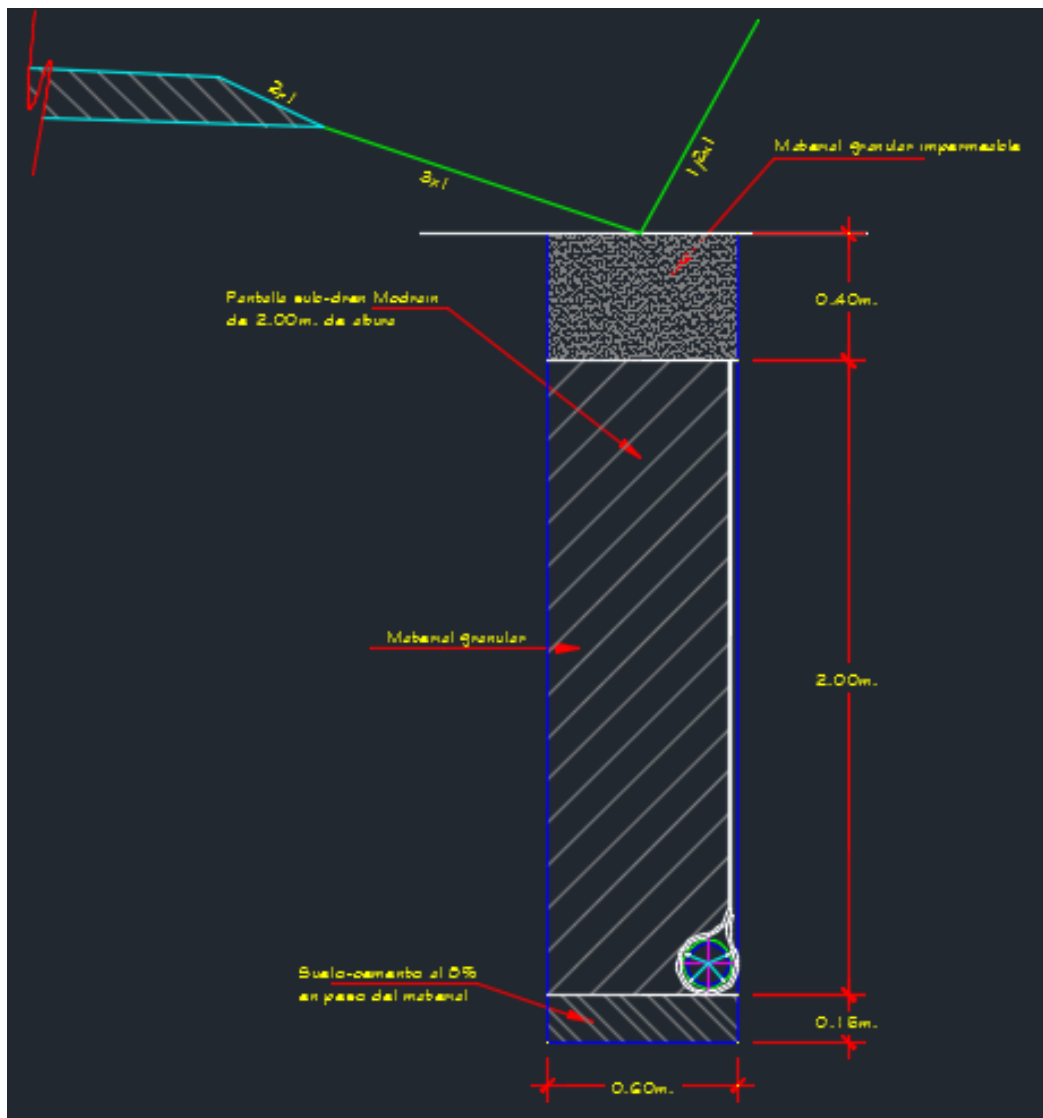


Ilustración 9 Detalle típico de subdren.

9.3. Plan de Monitoreo de las Medidas

CUADRO GUIA PARA CONFECCIONAR EL PROGRAMA DE MONITOREO										
OBJETIVOS:						RESPONSABLE:				
INDICADOR DE RIESGO	UM	VALOR BASE O MAX ADM	RIESGOS ASOCIADOS	MAGNITUD PRONOSTICADA	TIPO DE MONITOR-EO	RECOLECCION DE DATOS				
						VARIABLES	FORMA DE MUESTREO	FRECUENCIA	TIEMPO	LOCALIZACION
Deslizamientos	m ³	3	Accidentes en la vía, Desprendimiento de Rocas, Avalanchas	1	Inspección de Sitios Críticos: Pruebas de Laboratorio Sondeos Monitoreo de las Precipitaciones en la zona Auscultación: Inclínometros, Extensómetro superficial, reflectometría	Pendiente, Topografía a Precipitaciones suelos	Sitio,	Semestral	Invierno	Tramo Jícaro – Murra

9.4. Síntesis del Capítulo

En este capítulo se propusieron las medidas a utilizar en el talud, tomando en cuenta que el tipo de suelo es arcilloso y por ende son propensos a absorber mayor cantidad de agua ocasionando deslizamiento, además considerando el aumento de las precipitaciones debido al efecto del cambio climático se propusieron las siguientes medidas: muros de gaviones y geomallas sintéticas con anclajes. Así mismo se elabora un plan de monitoreo ante deslizamientos.

CAPÍTULO VI

6. Aspectos Finales

6.1. Conclusiones

Las obras de mitigación y adaptación que se propusieron están basadas en la determinación y revisión de soluciones técnicas propuestas en la literatura especializada, para garantizar la estabilidad del talud, en sus condiciones actuales, ante los posibles efectos del cambio climático y factores antropogénicos, siendo así que estos permitan realizar medidas de mitigación y permitan resistir los posibles escenarios de riesgos.

- Cualquier afectación a lo largo del tramo El Jícaro – Murra ocasionaría una interrupción a la circulación vehicular entre ambos municipios, dejando aislado el municipio de Murra siendo este tramo la única vía por la cual logran acceder vehículos.
- Ante la proyección del cambio climático estimada hasta el año 2039 para el territorio nacional es necesario la implementación de medidas de adaptación al susodicho cambio, principalmente en lugares donde el escenario pronostica un aumento de fenómenos meteorológicos tanto como en su intensidad y/o volumen de las precipitaciones.
- El aumento de las precipitaciones debido al efecto del cambio climático causara que los suelos de la zona al ser arcillosos absorban más agua disminuyendo su capacidad de soportar esfuerzos, ocasionando deslizamientos o flujos de lodos de los taludes, sin embargo, con las obras propuestas se mitigara este efecto.
- Sobre la base de los estudios geotécnico, estudio geológico, hidrológico de este proyecto se propone la implementación de los Muros de gaviones y las Mallas Geo sintéticas, así mismo se proponen la construcción de obras complementarias como contra cunetas, cunetas y subdrenes en el talud.

6.2. Recomendaciones

- ✓ Para la ejecución del proyecto es muy importante que el MTI tenga en consideración los resultados de este estudio geológico, y hacer énfasis en los mapas geología, sísmico y deslizamiento dado que en base a estos resultados el diseñador podrá tener una mejor perspectiva de las condiciones geológicas del tramo del proyecto El Jícaro - Murra.
- ✓ Una vez construida la vía el FOMAV debe realizar un monitoreo a los taludes semestralmente, haciendo un levantamiento topográfico y toma de muestras para ensayos de laboratorio.
- ✓ Se debe actualizar la base de datos tomando en consideración los criterios descritos en los manuales de adaptación al cambio climático financiado por los fondos nórdicos.
- ✓ Realizar el diseño de taludes utilizando el software adecuado.
- ✓ El Contratista al momento de la ejecución debe dejar los taludes libres de tierra suelta y restos de vegetación o raíces colgando. En caso que el talud esté constituido por un material muy suelto o deleznable, debe ser protegido con algún tipo de estructura como por ejemplo mallas de sombra tipo Raschell, muro con sacos rellenos de tierra u otros, evitando el arrastre de partículas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Mapas a diferentes escalas de los factores del ambiente.
2. MARENA - PROTIERRA – CBA. Evaluación y Redefinición del Sistema de Áreas Protegidas de las Regiones del Pacífico y Centro Norte de Nicaragua. Informe Final: Cerros del Apante.
3. Manual de Evaluación de Estudios Ambientales, Criterios y Procedimientos, Año 2002, 250p.
4. Ministerio de Transporte e infraestructura. 2001. Normas Básicas Ambientales, República de Nicaragua, Managua, 2001. 73 p.
5. Ministerio de Transporte e infraestructura. Nic-2000. Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes, República de Nicaragua. 665 p.
6. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Servicio Forestal Nacional, Especies para Reforestación en Nicaragua, 1995, 185 p.
7. Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED). Plan de Respuesta Municipal con Enfoque de Gestión del Riesgo, Municipio de Jícaro. Enero, 2009
8. Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED). Plan de Respuesta Municipal con Enfoque de Gestión del Riesgo, Municipio de Murra. Enero, 2009.
9. Manual de Gestión Social. Ministerio de transporte e Infraestructura, Managua, 2002.
10. Solicitud de Propuestas. SDP no. mhcp-1545/sf-ni 02-2011. Programa de Apoyo al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, y a la Secretaria de la Presidencia. Contrato de préstamo 1545-sf-ni. Estudio de factibilidad y diseño para el mejoramiento del tramo: Mejoramiento del Camino El Jícaro-Murra 17 kilómetros. Departamento de Nueva Segovia. República de Nicaragua. Agosto 2011.